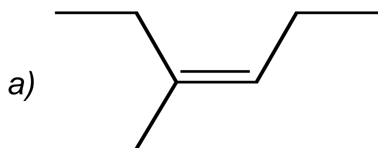
# *Table des matières*

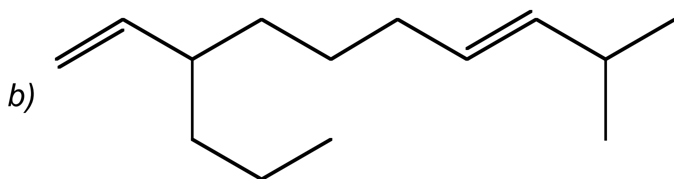
Les hydrocarbures ........................................ 2
Les alcools et les phénols ........................................ 7
L'éthanol ........................................ 9
Les éthers ........................................ 11
Les aldéhydes ........................................ 12
Les cétones ........................................ 15
Récapitulation sur les aldéhydes et les cétones ........................................ 17
Les acides carboxyliques ........................................ 21
Les esters ........................................ 23
Les amines ........................................ 26

# *Les hydrocarbures*

## 1

*Donnez le nom et la formule brute des substances suivantes :*

*a)* 

*b)* 

***Réponses :***

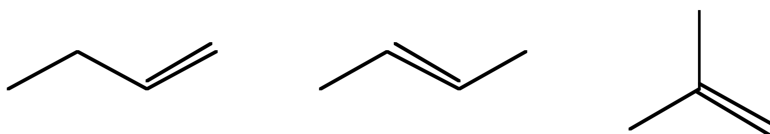
a) 3-méthylhex-3-ène. Formule brute : $C_7H_{14}$.

b) 2-méthyl-8-éthénylundéc-3-ène. Formule brute : $C_{14}H_{26}$.

## 2

*Dessinez les formules simplifiées de tous les isomères de formule brute $C_4H_8$.*

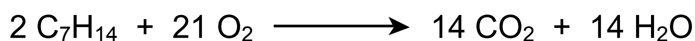
***Réponse :***



## 3

*Donnez l'équation de la combustion du 2,3-diméthylpent-2-ène dans l'air.*

***Réponse :***



$$2\ C_7H_{14} + 21\ O_2 \longrightarrow 14\ CO_2 + 14\ H_2O$$

## 4

*Dessinez la formule développée de 3 unités de la chaîne obtenue par polymérisation :*

*a) du chlorure de vinyle (chloroéthène),*

*b) du propène.*

***Réponses :***

a) $-\,-\,-CH-CH_2-CH-CH_2-CH-CH_2-\,-$ (chaque CH porte un Cl : Cl, Cl, Cl)

$$\cdots\!-\!\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\cdots$$

b)

$$\cdots\!-\!\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\!-\!CH_2\!-\!\cdots$$

## 5

*A l'aide des formules développées, donnez l'équation d'addition :*

*a) du chlore sur le 3-méthylpent-2-ène*

*b) du bromure d'hydrogène sur le 2-méthylhex-2-ène*

*c) de l'eau sur le 3-méthylpent-2-ène*

***Réponses :***

a)

$$CH_3-CH=\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_2-CH_3 \;+\; Cl_2 \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3$$

b)

$$CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}=CH-CH_2-CH_2-CH_3 \;+\; HBr \longrightarrow CH_3-\underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$$

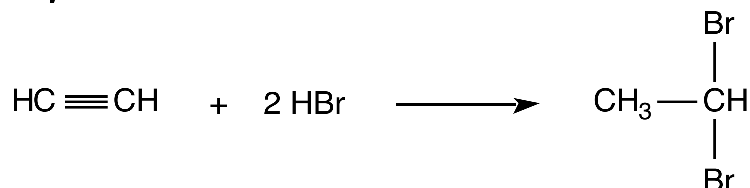
c)

$$CH_3-CH=\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_2-CH_3 \;+\; H_2O \longrightarrow CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_2-CH_3$$

## 6

*Qu'obtient-on par addition de 2 molécules de HBr sur l'acétylène (éthyne). Indiquez la formule développée et le nom.*

***Réponse :***




Son nom est le 1,1-dibromoéthane.

## 7

*Donnez l'équation équilibrée de la combustion du pentane.*

***Réponse :***

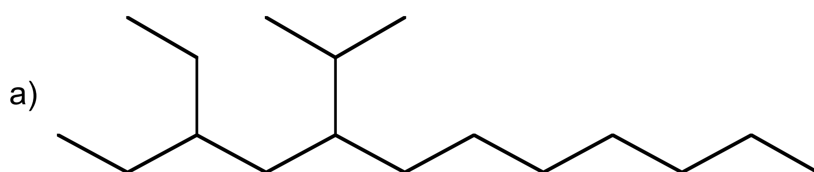


$$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_3 + 8\ O_2 \longrightarrow 5\ CO_2 + 6\ H_2O$$

## 8

*a) Dessinez la formule en zig-zag du 3-éthyl 5-isopropyldodécane.*
*b) Quelle est la formule brute de ce composé ?*

***Réponses :***

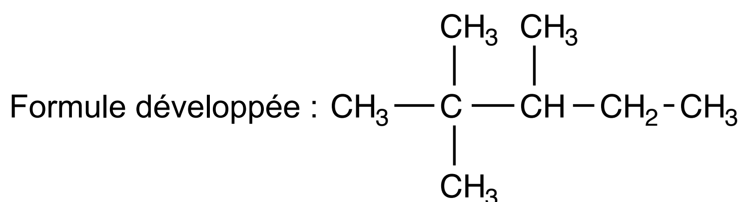
a) 

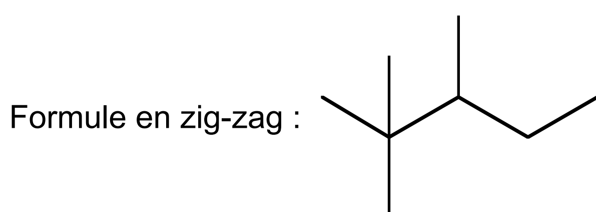
b) Formule brute : $C_{17}H_{36}$.

## 9

*Dessinez la formule développée et en zig-zag du 2,2,3-triméthylpentane. Donnez également la formule brute de ce composé.*

***Réponses :***

Formule développée : 

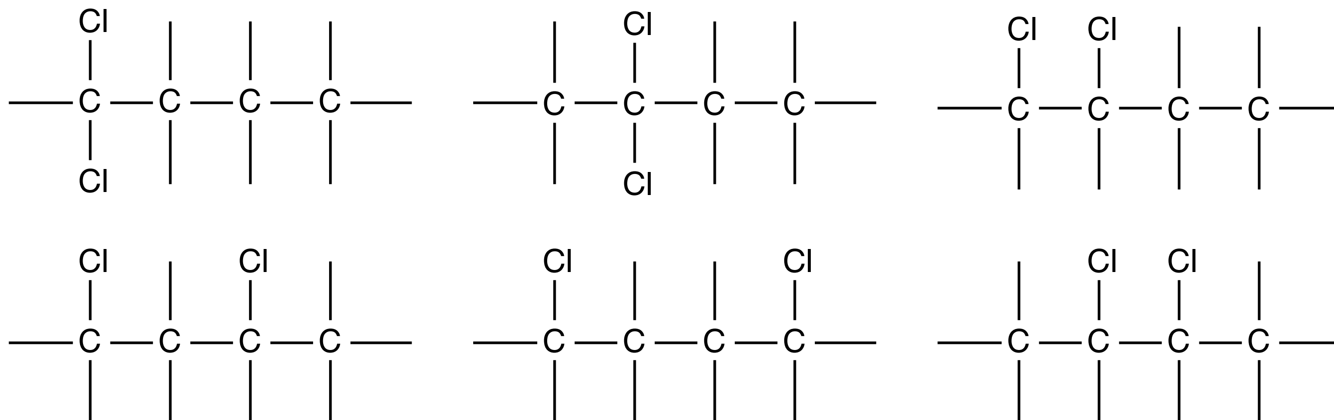

Formule en zig-zag : 

Formule brute : $C_8H_{18}$.

## 10

*Dessinez les squelettes de C de toutes les molécules de formule brute $C_4H_8Cl_2$.*

***Réponse :***



## 11

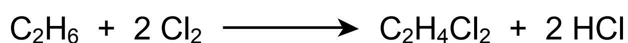
*a) Comment peut-on synthétiser du dichloroéthane à partir de l'éthane ?*

*b) Combien d'isomère différents peut-on former ?*

*c) Comment appelle-t-on ce genre de réaction ?*

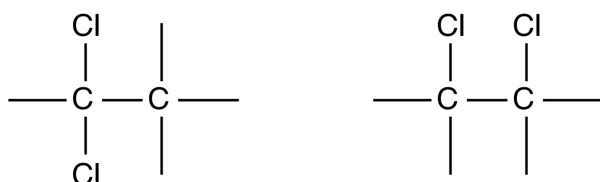
***Réponses :***

a) Pour synthétiser du dichloroéthane, on fait réagir du chlore gazeux ($Cl_2$) en quantité double avec de l'éthane :



$$C_2H_6 + 2\ Cl_2 \longrightarrow C_2H_4Cl_2 + 2\ HCl$$

b) On obtient 2 isomères :



c) Il s'agit d'une réaction de substitution.

## 12

*a) Qu'est-ce qu'une réaction de substitution.*

*b) Donnez un exemple de réaction de substitution.*

***Réponses :***

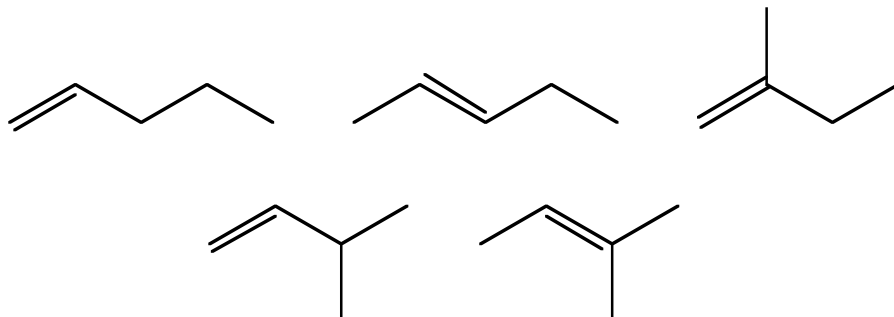
a) Une réaction de substitution est un processus où un atome est remplacé par un autre atome.

b) Pour l'exemple, voir l'exercice 11.

## 13

*Dessinez tous les isomères des hydrocarbures saturés de formule $C_5H_{10}$.*

***Réponse :***



## 14

*Par une analyse élémentaire d'un hydrocarbure, on obtient la composition centésimale C : 87,4% et H : 12,6%. La masse molaire mesurée donne M = 96,19 g·mol$^{-1}$. Grâce à ces renseignements, retrouvez la formule brute de cet hydrocarbure et déterminez s'il possède des doubles-liaisons et si oui, combien.*

***Réponse :***

D'abord, on cherche le nombre d'atomes contenus dans respectivement 87,4 g de carbone et 12,6 g d'hydrogène.

$$n_C = \frac{m_C}{M_{r\ (C)}} = \frac{87,4}{12,01} = 7,277 \text{ mol de C} \rightarrow 7,277 \text{ atomes de C.}$$

$$n_H = \frac{m_H}{M_{r\ (H)}} = \frac{12,6}{1,01} = 12,48 \text{ mol de H} \rightarrow 12,48 \text{ atomes de H.}$$

Les valeurs sont trop éloignées de l'unité pour être arrondies. Le résultat intermédiaire signifie que pour 7,277 atomes de C, on a 12,48 atomes de H. Calculons combien il y a de H pour 1 C :

$$n_C = \frac{7,277}{7,277} = 1 \text{ atome de C.}$$

$$n_H = \frac{12,48}{7,277} = 1,712 \text{ atomes de H.}$$

Comme les fractions d'atomes sont impossibles, il faut trouver le plus petit multiple commun entier :

$$n_C = 1 \cdot 7 = 7 \text{ atomes de C.}$$

$$n_H = 1,712 \cdot 7 = 12,005 \cong 12 \text{ atomes de H.}$$

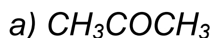
La formule brute la plus petite est donc $C_7H_{12}$. Mais comme cette formule donne une masse molaire M = 96,19 g·mol$^{-1}$, il s'agit donc de la formule brute exacte.

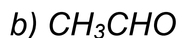
Ainsi, puisque n=7 pour C, on obtient 2n-2 = 12 pour H. Donc, la formule brute est de type $C_nH_{2n-2}$ : cela signifie qu'il y a 2 doubles-liaisons ou 1 triple liaison dans cet hydrocarbure.

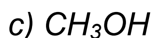
# *Les alcools et les phénols*

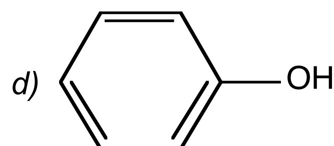
## 1

*Lesquelles des molécules ci-dessous contiennent-elles un groupement hydroxyle ?*







*d)* 


***Réponse :***
Le groupement hydroxyle est le groupement –OH. Seules les molécules c) et d) contiennent un hydroxyle.

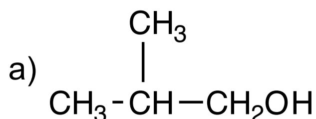
## 2

*Indiquez la formule générale d'un alcool saturé.*

***Réponse :*** $C_nH_{2n+2}O$.

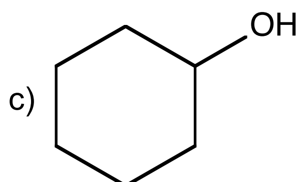
## 3

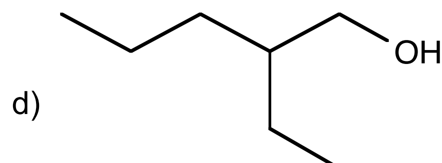
*Nommez les composés ci-dessous :*

a) 





c) 


d) 


***Réponses :***
a) 2-méthylpropan-1-ol.
b) Propan-1,2,3-triol.
c) Cyclohexanol (cyclohexan-1-ol)
d) 2-éthylpentan-1-ol.

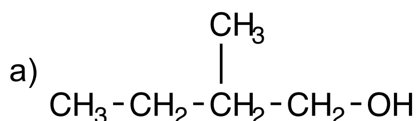
## 4

*Indiquez les formules de Lewis des composés ci-dessous :*

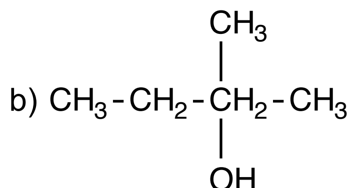
*a) 2-méthyl butan-1-ol,*
*b) 2-méthylbutan-2-ol,*
*c) 2-méthylpentan-3-ol,*
*d) 1,4-dihydroxybenzène*

***Réponses :***

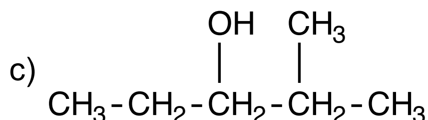
a)



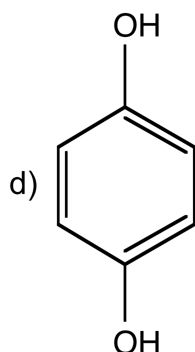

b)




c)




d)




## 5

*Combien y a-t-il d'électrons dans une molécule de propane ? Et dans une molécule d'éthanol ? Lequel de ces deux composés bout à – 42 °C et lequel bout à + 78 °C ?*

***Réponses :***

Il y a 26 électrons dans la molécule de propane ($CH_3CH_2CH_3$). Dans une molécule d'éthanol ($CH_3CH_2OH$), il y a également 26 électrons. Pourtant, le propane possède une température d'ébullition plus petite que celle de l'éthanol, car ce dernier peut faire des ponts-H avec lui-même sur la fonction –OH.

Propane : $T_{éb}$ = – 42 °C,

Ethanol : $T_{éb}$ = + 78 °C.

## 6

*Le méthanol est-il bien soluble dans l'eau ? Et l'hexadécan-1-ol ?*

***Réponse :***

Le méthanol est parfaitement soluble dans l'eau, car il peut faire des ponts-H avec $H_2O$. Par contre, l'hexadécan-1-ol possède une chaîne de 18 carbones, zone très hydrophobe de la molécule. C'est pourquoi il ne sera pas soluble dans l'eau.

# *L'éthanol*

## 1

*Indiquez l'équation de la fermentation alcoolique.*

***Réponse :***



$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH\ +\ 2\ CO_2$$

## 2

*Un vin titre 12 % vol. Quelle est la concentration en alcool en mol/L ?*
*Quelle masse de glucose doit fermenter pour produire un litre de ce vin, si on admet que le rendement de la réaction est de 80 % ?*

***Réponses :***

La concentration en % volume nous informe qu'on a 12 mL d'éthanol pour 100 mL de vin, donc 120 mL d'éthanol pour 1 litre de solution. Pour calculer le nombre de moles d'alcool, il faut d'abord calculer la masse correspondante. La masse volumique de l'éthanol est de 785 kg/$m^3$ (Formulaire et Tables), ce qui donne 785 g/$cm^3$.

$$m = \rho \cdot V = 785 \cdot 0{,}120 = 94{,}2\ \text{g}$$

La masse molaire de l'éthanol est A = 46 g/mol, ce qui nous permet de calculer le nombre de moles :

$$n = \frac{m}{A} = \frac{94{,}2}{46} = 2{,}05\ \text{mol}$$

Cela signifie que la concentration d'éthanol est C = 2.05 mol/L.

Pour calculer la masse de glucose, qui doit fermenter, un peu de stœchiométrie. Le rendement de la réaction est de 80 % pour obtenir 94,2 g. Calculons la quantité d'éthanol qu'on aurait dû obtenir si le rendement de la fermentation était de 100 % :

$$\frac{m_{100\%}}{100} 80 = m_{80\%}$$

$$m_{100\%} = \frac{m_{80\%} \cdot 100}{80} = \frac{94{,}2 \cdot 100}{80} = 117{,}75\ \text{g}$$

Le reste du calcul est une mise en pratique du chapitre de stœchiométrie :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Equation : | $C_6H_{12}O_6$ | $\longrightarrow$ | $2\ CH_3CH_2OH\ +\ 2\ CO_2$ |
| m / g | 230,38 | | 117,75 |
| A / g·$mol^{-1}$ | 180 | | 46 |
| n / mol | 1,28 | | 2,56 |
| Résolution : | $\frac{1}{2} \cdot 2{,}56$ | $\longleftarrow$ | $\frac{2}{2} \cdot 2{,}56$ |

Conclusion : il faut 230,38 g de glucose pour obtenir 94,2 g d'éthanol, c'est-à-dire 1 litre de vin à 12 % avec un rendement de 80 %.

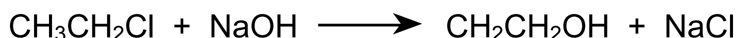
## 3

*Citez deux autres méthodes de préparation de l'éthanol. Ecrivez les équations de ces réactions.*

***Réponse :***

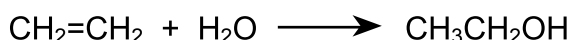
Les deux méthodes possibles sont :

- Le traitement d'hydrocarbures halogénés par du NaOH. Exemple de la substitution de Cl par OH sur le chloroéthane :



$$CH_3CH_2Cl + NaOH \longrightarrow CH_2CH_2OH + NaCl$$

- L'addition d'eau sur l'éthène :



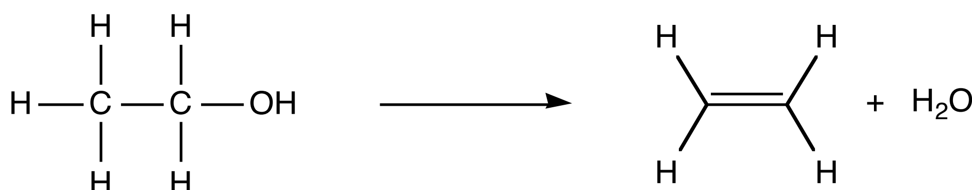
$$CH_2{=}CH_2 + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2OH$$

## 4

*Qu'obtient-on par déshydratation intramoléculaire de l'éthanol ?*

***Réponse :***

On obtient de l'éthène :




## 5

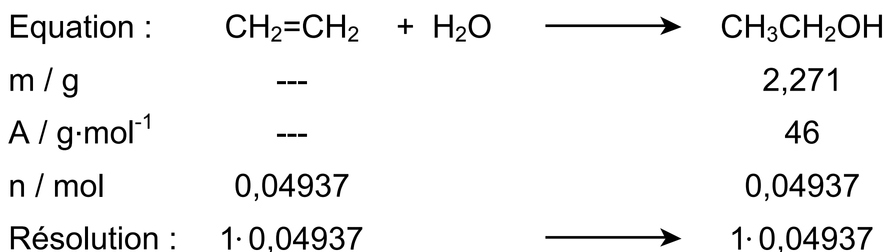
*Quelle masse d'éthanol peut-on préparer avec 1,12 litres d'éthène pris dans les conditions normales ?*

***Réponse :***

Les conditions normales signifient que p = $10^5$ Pa et T = 273 K. 1,12 L d'éthène donne donc en moles :

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{10^5 \cdot 1{,}12 \cdot 10^{-3}}{8{,}31 \cdot 273} = 0{,}04937 \text{ mol}$$

Le reste du calcul est également une mise en pratique du chapitre de stœchiométrie :



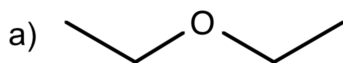
| Equation : | $CH_2{=}CH_2$ | + $H_2O$ | $\longrightarrow$ | $CH_3CH_2OH$ |
|---|---|---|---|---|
| m / g | --- | | | 2,271 |
| A / g·mol$^{-1}$ | --- | | | 46 |
| n / mol | 0,04937 | | | 0,04937 |
| Résolution : | 1· 0,04937 | | $\longrightarrow$ | 1· 0,04937 |

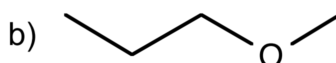
Conclusion : on peut préparer 2,271 g d'éthanol.

# *Les éthers*

## 1

*Nommer les composés ci-dessous :*

a) 


b) 


***Réponse :***

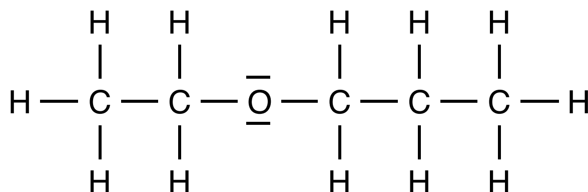
a) Diéthyléther.

b) Méthylpropyléther.

## 2

*Indiquez la formule de Lewis de l'éthylpropyléther.*

***Réponse :***



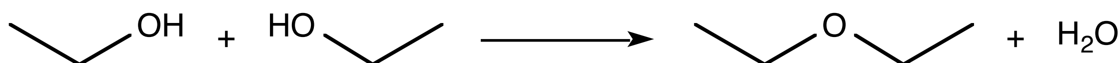

## 3

*Comment peut-on préparer le diéthyléther ? Indiquez l'équation de cette réaction.*

***Réponse :***

Le diéthylénique est préparé par une condensation d'un éthanol sur un autre éthanol.

Equation :




## 4

*Qu'est-ce qu'une réaction de condensation ?*

***Réponse :***

C'est une réaction entre deux molécules moyennes qui donne une grande molécule plus une toute petite.

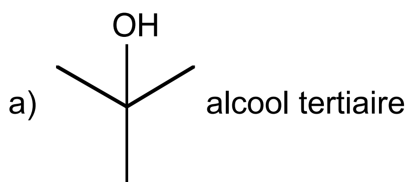
# *Les aldéhydes*

## 1

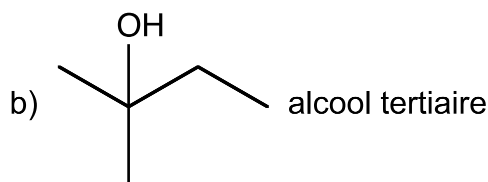
*Indiquez la classe des alcools ci-dessous :*

*a) 2-méthylpropan-2-ol* *b) 2-méthylbutan-2-ol*
*c) 3-méthylbutan-1-ol* *d) 3-méthylbutan-2-ol*

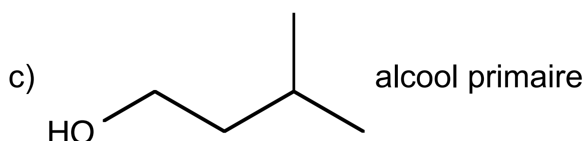
***Réponses :***

a) 

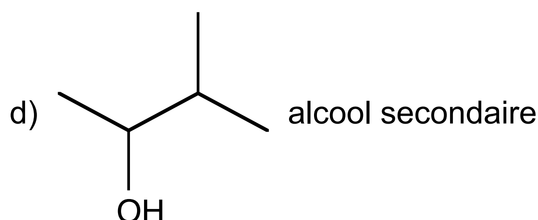
alcool tertiaire

b) 

alcool tertiaire

c) 

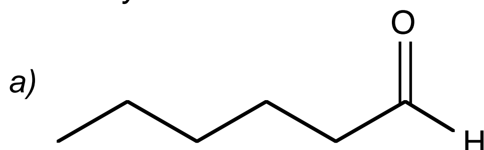
alcool primaire

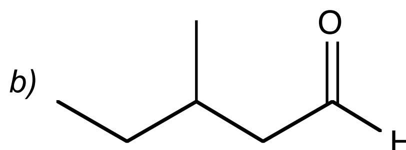
d) 

alcool secondaire

## 2

*Nommez les aldéhydes ci-dessous :*

*a)* 


*b)* 


***Réponses :***

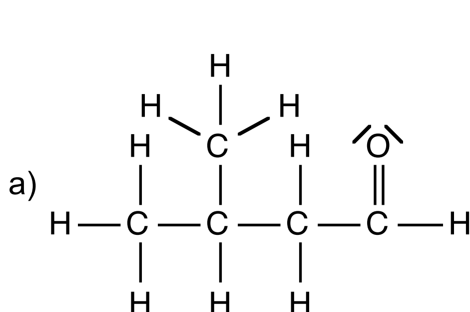
a) Hexanal b) 3-méthylpentanal

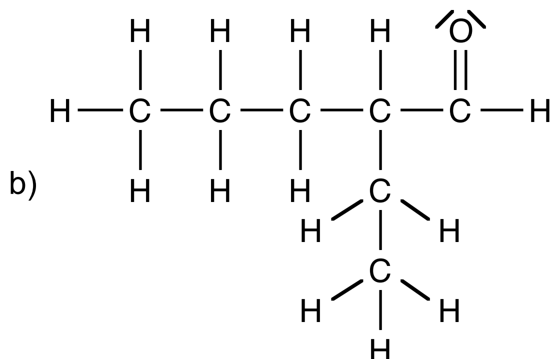
## 3

*Indiquez la formule de Lewis des aldéhydes ci-dessous :*

*a) 3-méthylbutanal* *b) 2-éthylpentanal*

***Réponses :***

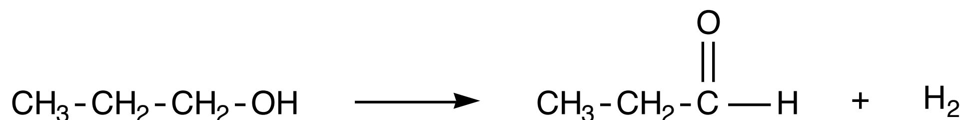
a) 


b) 

## 4

*Ecrivez l'équation simplifiée de la déshydrogénation du propan-1-ol.*

***Réponse :***

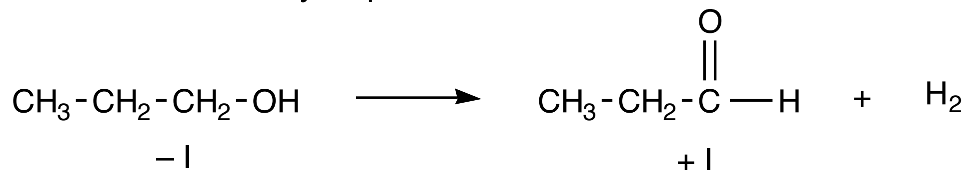


## 5

*Montrez que la réaction de l'exercice 4 est une oxydation.*

***Réponse :***

Pour montrer que la réaction de l'exercice précédent est bien une oxydation, il faut calculer les nombres d'oxydation (NO) du carbone n° 1 portant l'hydroxyle avant la réaction et le carbonyle après la réaction.



Le premier carbone passe de – I à + I, donc il est bien oxydé (perte de deux électrons).

Note : pour le calcul des NO du carbone, reportez vous au chapitre des oxydoréductions (méthode de la formule de Lewis).

## 6

*Ecrivez l'équation simplifiée de l'hydrogénation du pentanal.*

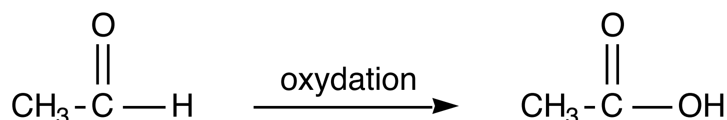
***Réponse :***



## 7

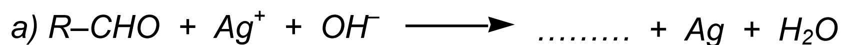
*Ecrivez l'équation simplifiée de l'oxydation de l'éthanal.*

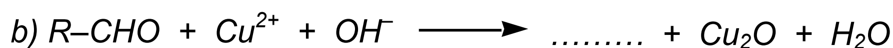
***Réponse :***



# 8

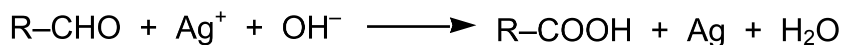
*Complétez :*


*a)* $R{-}CHO + Ag^{+} + OH^{-} \longrightarrow$ ……… $+ Ag + H_2O$

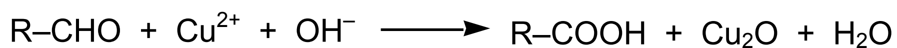

*b)* $R{-}CHO + Cu^{2+} + OH^{-} \longrightarrow$ ……… $+ Cu_2O + H_2O$

***Réponses :***

a) $Ag^{+}$ est réduit en Ag, donc R–CHO doit être oxydé en R–COOH :


$$R{-}CHO + Ag^{+} + OH^{-} \longrightarrow R{-}COOH + Ag + H_2O$$

b) $Cu^{2+}$ est réduit en $Cu^{+}$, donc R–CHO doit être oxydé en R–COOH :


$$R{-}CHO + Cu^{2+} + OH^{-} \longrightarrow R{-}COOH + Cu_2O + H_2O$$

# *Les cétones*

## 1

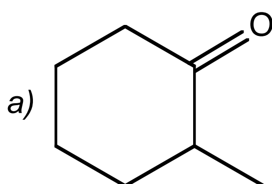
*Qu'est-ce qu'un groupement carbonyle ?*

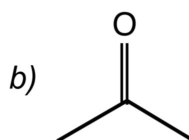
***Réponse :***

Il s'agit du groupement C=O.

## 2

*Nommez les cétones ci-dessous :*

*a)* 


*b)* 


***Réponses :***

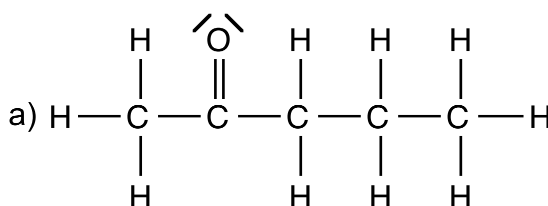
a) 2-méthylcyclohexan-1-one. b) propanone (propan-2-one).

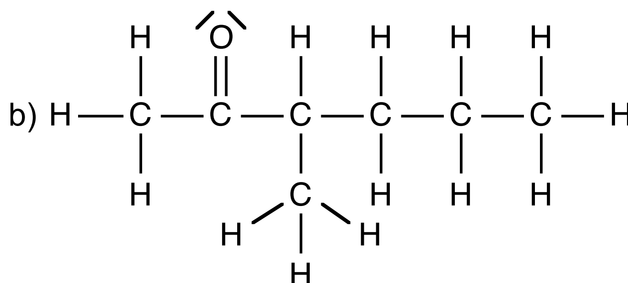
## 3

*Indiquez la formule de Lewis des cétones ci-dessous :*

*a) Pentan-2-one* *b) 3-méthylhexan-2-one*

***Réponses :***

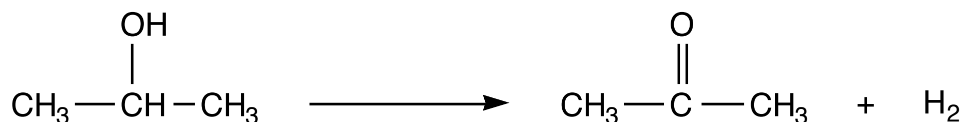
a) 

b) 

## 4

*Ecrivez l'équation simplifiée de la déshydrogénation du propan-2-ol.*

***Réponse :***

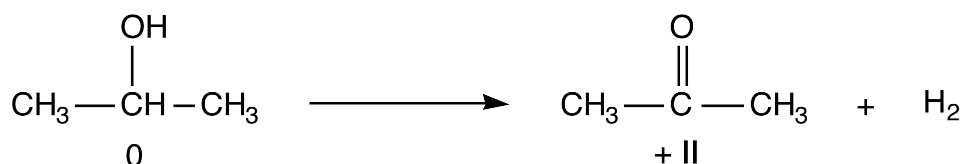



## 5

*Montrez que la réaction ci-dessus est une oxydation.*

***Réponse :***

Pour montrer que la réaction est bien une oxydation, il faut calculer les nombres d'oxydation (NO) du carbone n° 2 portant l'hydroxyle avant la réaction et le carbonyle après la réaction.



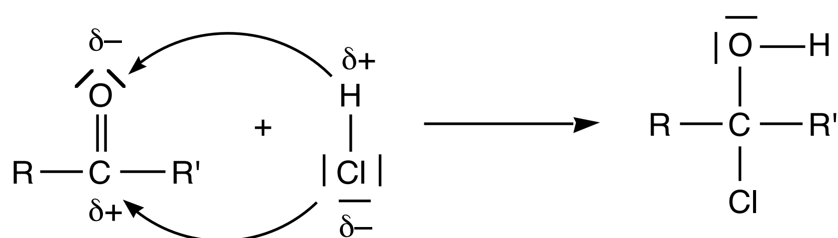

Le premier carbone passe de 0 à + II, donc il est bien oxydé (perte de deux électrons).

Note : pour le calcul des NO du carbone, reportez vous au chapitre des oxydoréductions (méthode de la formule de Lewis).

## 6

*Ecrivez l'équation de l'addition de HCl sur le groupe carbonyle.*

***Réponse :***



# *Récapitulation sur les aldéhydes et les cétones*

## 1

*Donnez le nom et les formules zig-zag des composés suivants :*

a) $CH_3CH_2OCH_2CH_2CH_3$

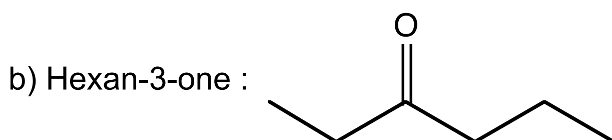
b) $C_2H_5COC_3H_7$

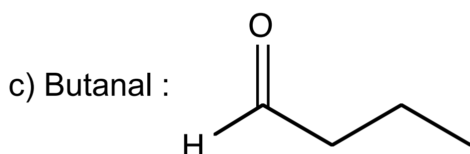
c) $C_3H_7CHO$

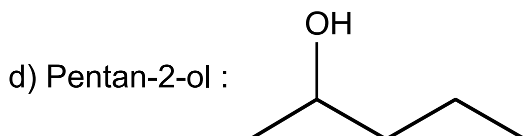
d) $CH_3CH_2CH_2CH(OH)CH_3$

***Réponses :***

a) Ethylpropyléther : 


b) Hexan-3-one : 

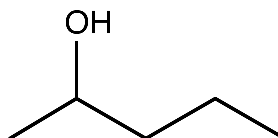

c) Butanal : 


d) Pentan-2-ol : 

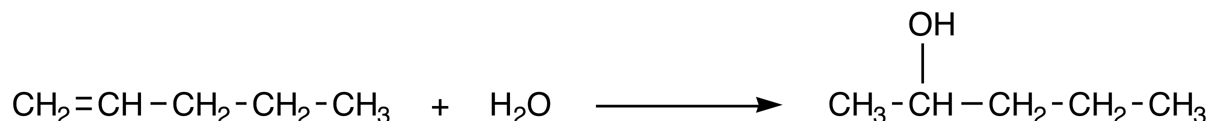

## 2

*A partir de quel alcène pouvez-vous synthétiser du pentan-2-ol ? Donnez l'équation avec les formules développées.*

***Réponse :***

La formule zig-zag du pentan-2-ol est la suivante : 

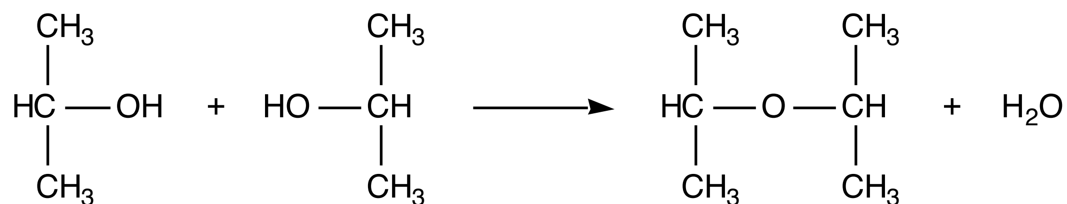

Pour obtenir un alcool à partir d'un alcène, il faut additionner la molécule d'eau. L'hydroxyle devant se fixer sur le carbone n° 2, l'hydrogène doit aller soit sur le carbone n° 1 ou n° 3. La règle de Markovnikov nous montre qu'il sera plus facile de mettre un hydrogène sur le carbone n° 1, car il possède plus de H. En conclusion, la double-liaison doit se situer entre les carbones n° 1 et n° 2, donc nous utiliserons du pent-1-ène :



## 3

*Qu'obtient-on par déshydratation intermoléculaire du propan-2-ol ?*

***Réponse :***



## 4

*a) Qu'est-ce qu'une oxydation ?*

*b) Qu'est-ce qu'une réduction ?*

***Réponses :***

a) D'un point de vue générale, une oxydation est une perte d'un ou plusieurs électrons. Pour les molécules organiques, cela correspond en particulier à la perte de 2 atomes de H ou le gain d'un atome de O.

b) D'un point de vue générale, une réduction est un gain d'un ou plusieurs électrons. Pour les molécules organiques, cela correspond en particulier au gain de 2 atomes de H ou à la perte d'un atome de O.

## 5

*Indiquez le nom et les formules développées des composés obtenus par :*

*a) l'oxydation du propan-1-ol,*

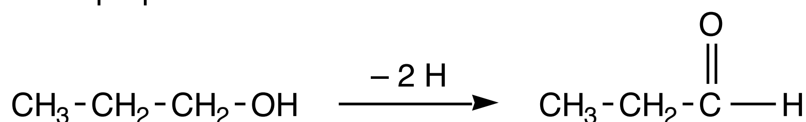
*b) la réduction de la pentan-2-one,*

*c) l'oxydation de l'éthanal,*

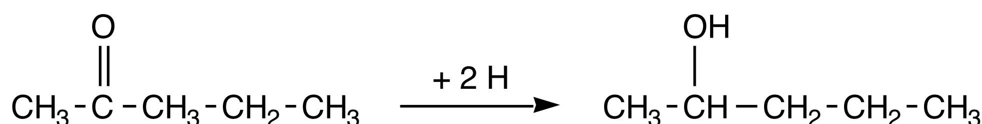
*d) la réduction de l'hexanal.*

***Réponses :***

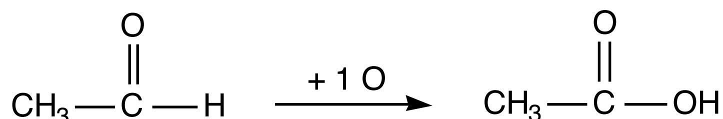
a) On obtient du propanal :



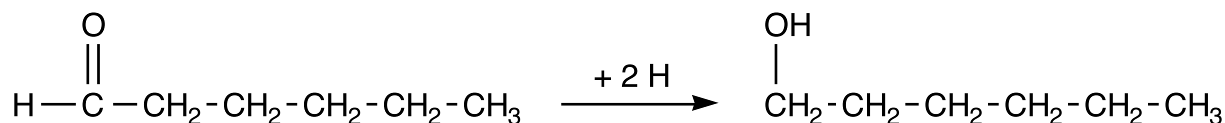
b) On obtient du pentan-2-ol :



c) On obtient de l'acide éthanoïque (acide acétique) :

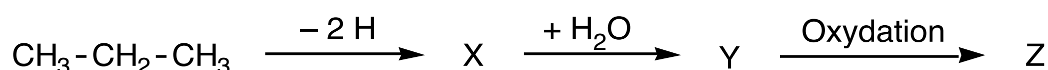


d) On obtient de l'hexan-1-ol :



## 6

*Soit les transformations suivantes :*

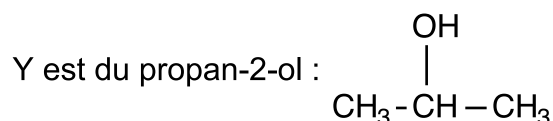


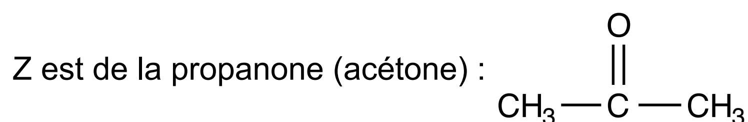
*a) Donnez le nom et la formule développée de X, Y et Z.*

*b) Indiquez le genre des réactions (oxydation, réduction, etc…)*

***Réponses :***

a) X est du propène : $CH_3-CH=CH_2$



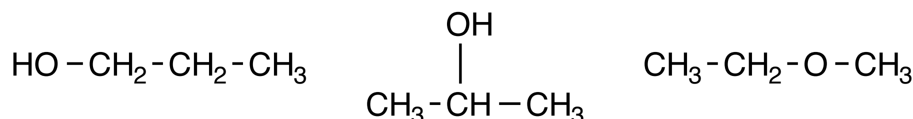


b) La première réaction est une élimination (une oxydation), la seconde est une addition (une réduction) et la troisième une élimination (une oxydation).

## 7

*Donnez la formule développée de 3 isomères de formule $C_3H_8O$.*

***Réponse :***

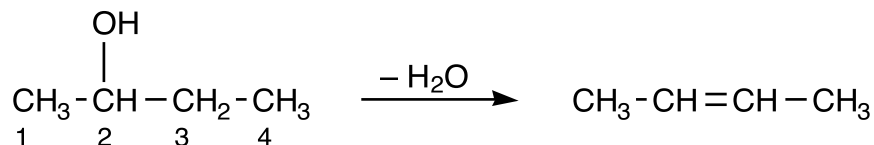


# 8

*Qu'obtient-on par déshydratation intramoléculaire du butan-2-ol ?*

***Réponse :***

On obtient du but-2-ène :

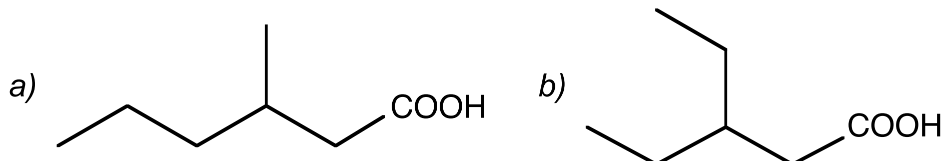



On ne peut pas enlever un H sur le même carbone que le OH. On a donc le choix entre le carbone n° 1 (avec 3 H) et le carbone n° 3 (avec 2 H). La règle de Markovnikov nous rappelle qu'on retire un H sur le carbone où il y en a le moins, donc sur le carbone n° 3. Le résultat est la création de la double-liaison entre les C n° 2 et n° 3.

# *Les acides carboxyliques*

## 1

*Nommez les acides ci-dessous :*




***Réponses :***

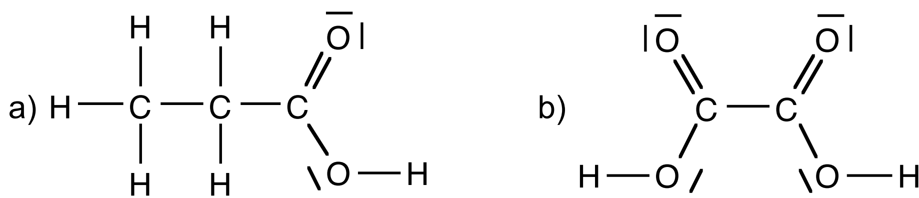
a) Acide 3-méthylhexanoïque.   b) Acide 3-éthylpentanoïque.

## 2

*Indiquez la formule de Lewis des acides ci-dessous :*

*a) acide propanoïque,*   *b) acide éthanedioïque.*

***Réponses :***

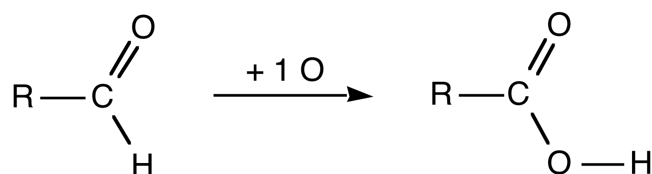



## 3

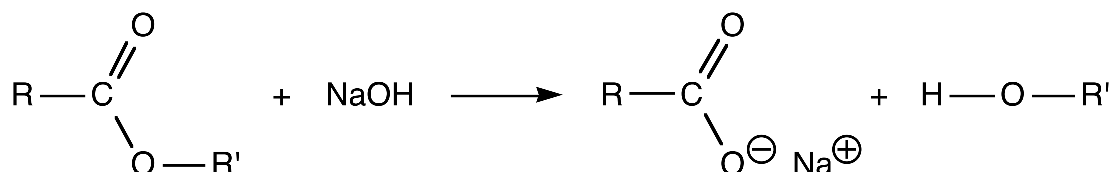
*Indiquez deux méthodes de préparation des acides carboxyliques.*

***Réponse :***

On peut préparer un acide carboxylique par l'oxydation d'un aldéhyde :




Mais on peut aussi préparer un acide carboxylique par la saponification d'un ester :

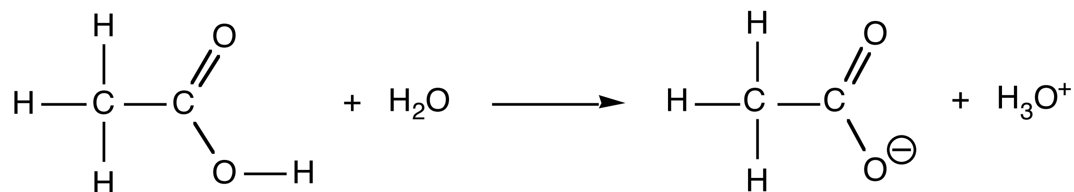



On obtient le sel de sodium correspondant. Pour obtenir l'acide, il suffit d'acidifier par HCl et d'extraire le NaCl formé.

## 4

*Ecrivez l'équation de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau.*

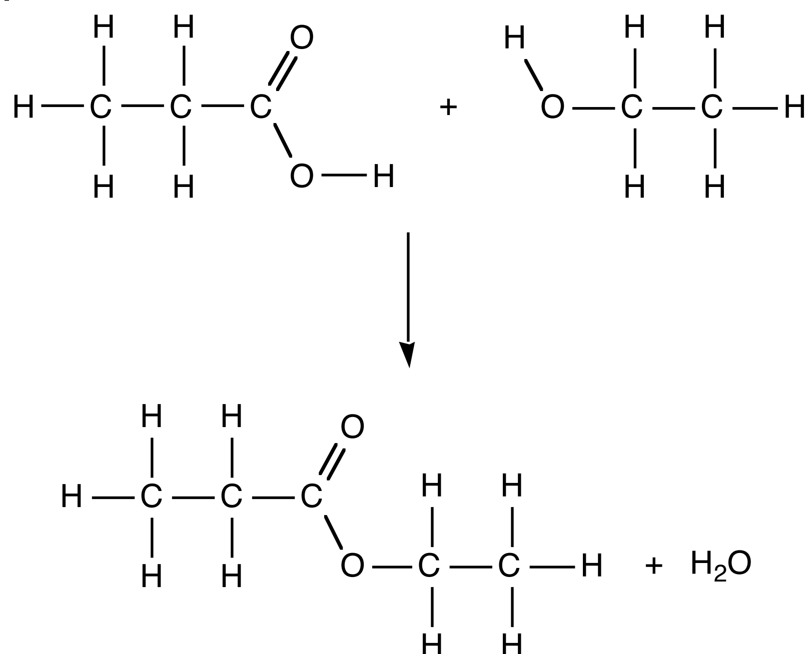
***Réponse :***




## 5

*Ecrivez l'équation de la réaction entre l'éthanol et l'acide propanoïque.*

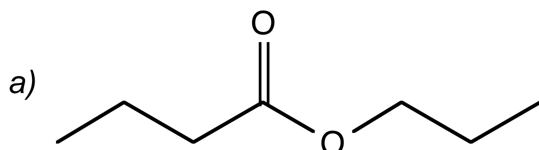
***Réponse :***

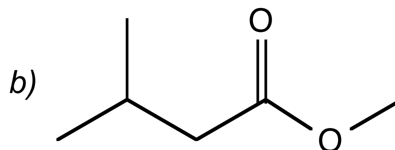


# *Les esters*

## 1

*Nommez les esters ci-dessous :*

*a)* 


*b)* 


***Réponses :***

a) Butanoate de propyle.

b) 3-méthylbutanoate de méthyle.

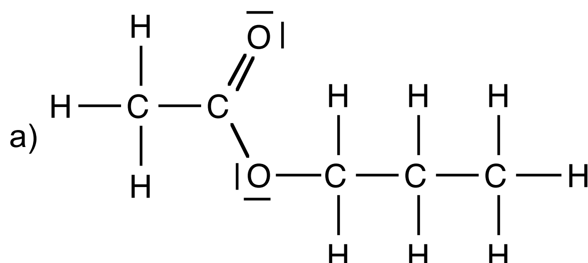
## 2

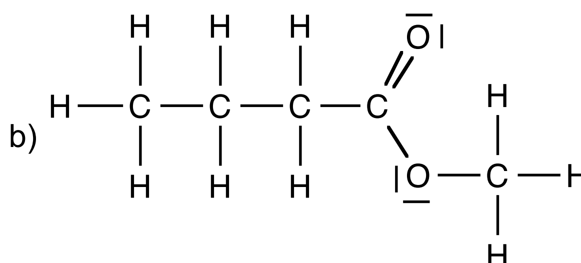
*Indiquez la formule de Lewis des esters ci-dessous :*

*a) éthanoate de propyle,*

*b) butanoate de méthyle.*

***Réponses :***

a) 

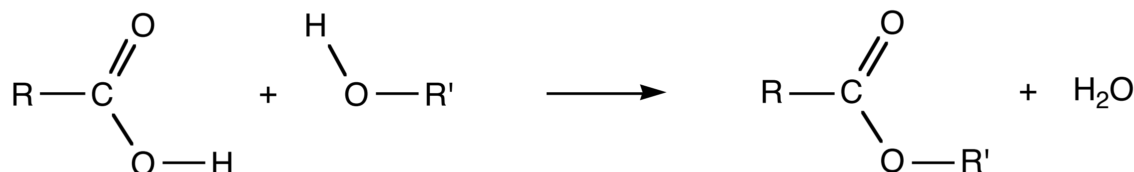

b) 


## 3

*Indiquez une méthode de préparation des esters.*

***Réponse :***

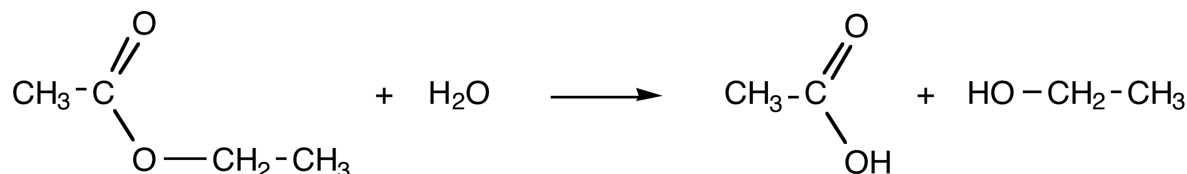
Un ester se prépare par une estérification, une réaction entre un acide carboxylique et un alcool :




## 4

*Ecrivez l'équation de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'eau.*

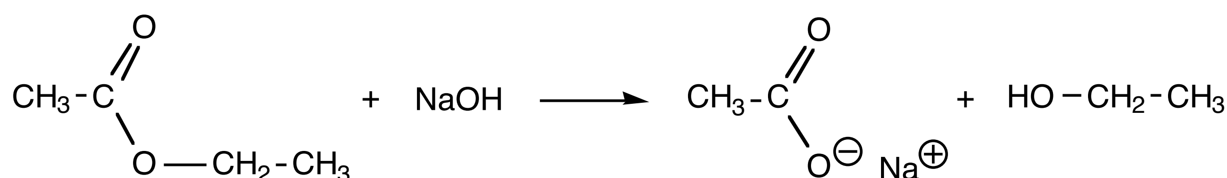
***Réponse :***



## 5

*Ecrivez l'équation de la réaction entre l'éthanoate d'éthyle et l'hydroxyde de sodium.*

***Réponse :***



## 6

*On désire déterminer la masse molaire d'un monoester RCOOR' en procédant à une saponification :*

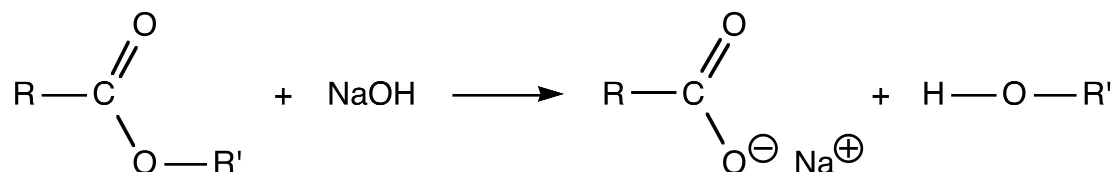
*On pèse 0,528 g de cet ester, on ajoute 40,0 mL de NaOH 0,200 M en solution alcoolique et on chauffe à reflux pendant 1 heure. Après refroidissement, on dose le NaOH restant par 16,0 mL de HCl 0,125 M.*

a) *Donnez l'équation de la réaction de saponification de RCOOR' par NaOH.*
b) *Quelle est la masse molaire de l'ester RCOOR' ?*
c) *Quelle est la formule brute de cet ester ?*
d) *Dessinez la formule développée de tous les esters possédant cette formule brute.*

***Réponses :***

L'analyse acide-base utilisée s'appelle une titration en retour. Pour être certain que tout l'ester se saponifie, on ajoute un excès de NaOH. C'est ce surplus d'hydroxyde de sodium qui est ensuite titré par HCl.

a) Equation de la réaction de saponification :



b) Le résultat de la titration (16,0 mL) nous permet de calculer le nombre de moles de NaOH qui reste après la réaction :

$$n_{\text{NaOH restant}} = n_{HCl} = C_{HCl} \cdot V_{HCl} = 0{,}125 \cdot 0{,}016 = 0{,}002 \text{ mol}$$

Mais on avait ajouté 40 mL de NaOH 0,200 M au départ, donc avant la réaction, on avait :

$$n_{NaOH} = C_{NaOH} \cdot V_{NaOH} = 0,200 \cdot 0,040 = 0,008 \text{ mol}$$

La différence correspond au nombre de moles d'ester :

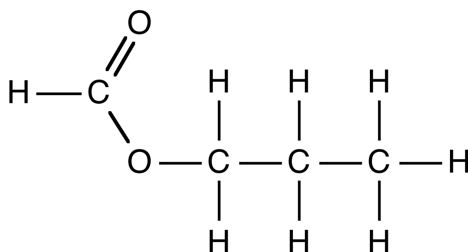
$$n_{ester} = 0,008 - 0,002 = 0,006 \text{ mol}$$

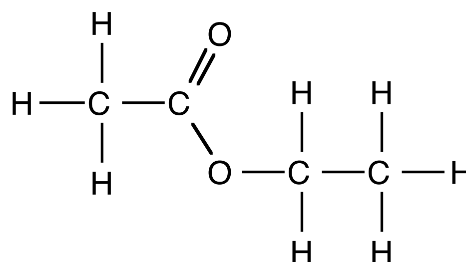
Connaissant le nombre de moles pour une masse précise, on peut calculer la masse molaire de l'ester :

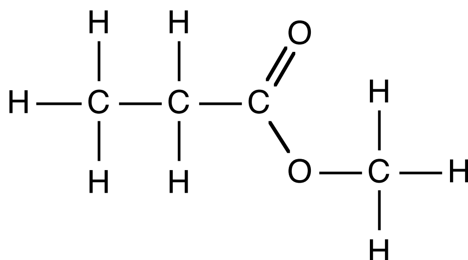
$$A = \frac{m}{n} = \frac{0,528}{0,006} = 88 \text{ g/mol}$$

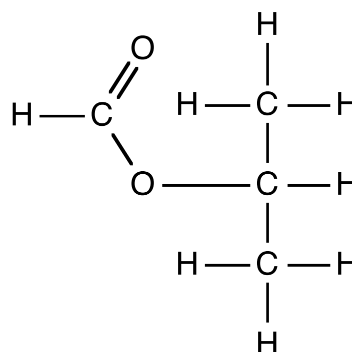
c) Comme il y a obligatoirement 2 O dans un ester, on peut soustraire 32 g/mol (2 fois la masse atomique de O) à la masse molaire totale : il reste une masse de 56 g/mol pour les C et les H. Cela correspond à $C_4H_8$ ($4 \cdot 12 + 8 \cdot 1$). En conclusion, la formule brute de l'ester est $C_4H_8O_2$.

d) Il y a 4 esters possibles :

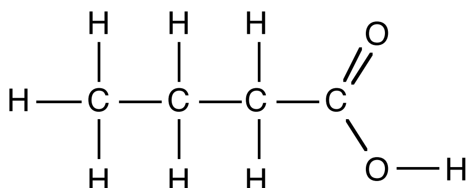








Le cinquième isomère possible n'est pas un ester mais un acide :



# *Les amines*

## 1

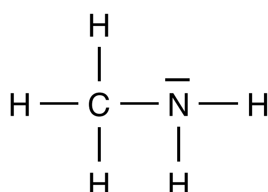
*Quelle est la formule générale des amines saturées ?*

***Réponse :*** La formule générale est $C_nH_{2n+3}N$.

## 2

*Quelle est la formule de Lewis de la méthylamine ? Quelle est la classe de cette amine ?*

***Réponses :***



C'est une amine primaire.

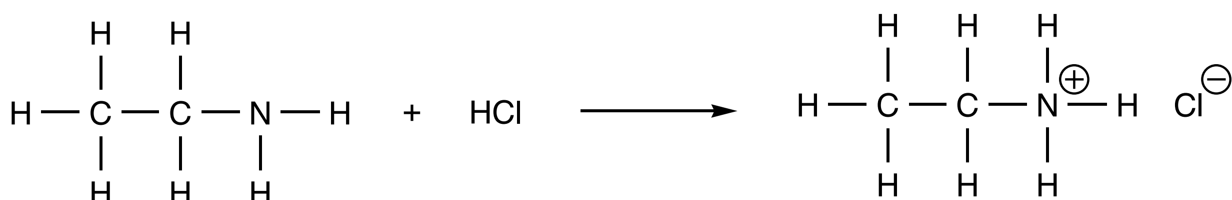
## 3

*Lorsqu'on fait réagir l'éthylamine gazeuse avec du chlorure d'hydrogène gazeux, il se forme des fumées blanches. Expliquez pourquoi et écrivez l'équation de la réaction.*

***Réponse :***

On a une réaction acide-base : le proton du chlorure d'hydrogène va migrer sur la paire électronique libre de l'azote de l'amine, pour former un cation éthylammonium. Il se forme un sel de chlorure d'éthylammonium qui se solidifie dans l'air, d'où la fumée blanche.

Equation :

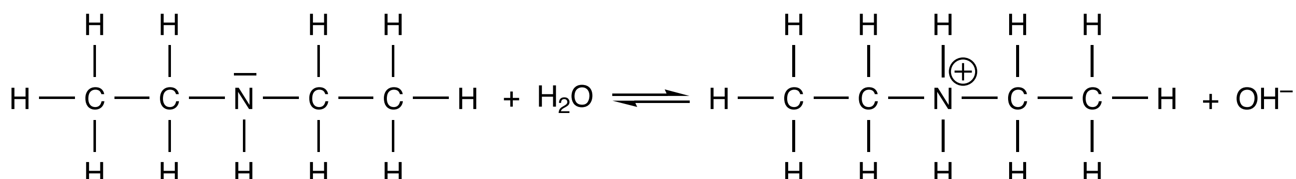


## 4

*Le pH d'une solution 0,013 mol·L$^{-1}$ de diéthylamine vaut 11,5. Indiquez l'équation de la réaction et calculez les concentrations des espèces chimiques en solution.*

***Réponse :***

Equation de la réaction :



Il s'agit bien sûr d'un équilibre chimique régi par la loi d'action de masse :

$$K_b = \frac{C_{CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+} \cdot C_{OH^-}}{C_{CH_3CH_2NHCH_2CH_3}}$$

Comme $K_b$ n'est pas connu et qu'il ne figure pas dans le Formulaire, il faut passer par la concentration initiale de l'amine, $C_i$ = 0,013 mol·L$^{-1}$. D'autre part, la concentration $C_i$ étant beaucoup plus grande que la concentration de $OH^-$ provenant de l'hydrolyse de l'eau, on peut négliger cette dernière.

L'électroneutralité nous donne l'équation ci-dessous :

$$C_{OH^-} = C_{CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+}$$

La loi de la conservation de la matière nous donne l'équation ci-dessous :

$$C_i = C_{CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+} + C_{CH_3CH_2NHCH_2CH_3}$$

On peut ainsi calculer les concentrations des espèces chimiques en solution, à savoir $CH_3CH_2NHCH_2CH_3$, $CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+$ et $OH^-$ :

$$pH + pOH = 14 \qquad pOH = 14 - 11{,}5 = 2{,}5$$

$$C_{OH^-} = 10^{-2,5} = 3{,}162 \cdot 10^{-3} \text{ mol·L}^{-1}$$

$$C_{CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+} = C_{OH^-} = 3{,}162 \cdot 10^{-3} \text{ mol·L}^{-1}$$

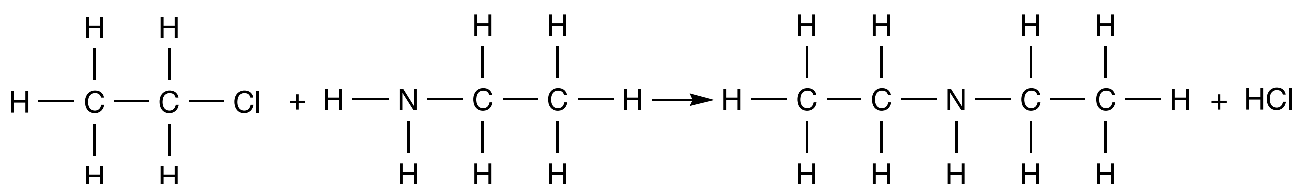
$$C_{CH_3CH_2NHCH_2CH_3} = C_i - C_{CH_3CH_2NH_2CH_2CH_3^+} = 0{,}013 - 3{,}162 \cdot 10^{-3} = 9{,}838 \cdot 10^{-3} \text{ mol·L}^{-1}$$

## 5

*Qu'obtient-on en faisant réagir le chloroéthane avec de l'éthylamine ?*

***Réponse :***

Il se produit une condensation en diéthylamine (élimination de HCl) :

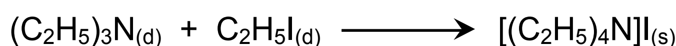



La diéthylamine peut réagir avec une nouvelle molécule de chlorométhane et se condenser en triéthylamine $(C_2H_5)_3N$. Celle-ci peut à son tour former le sel d'ammonium chlorure de tétraéthylammonium $[(C_2H_5)_4N]Cl$ avec une nouvelle molécule de chloroéthane (ce n'est pas une condensation puisque rien n'est éliminé !) ; ce sel est constitué des ions $[(C_2H_5)_4N]^+$ et $Cl^-$.

## 6

*Dans un bécher contenant de la triéthylamine, on ajoute du iodoéthane en solution alcoolique. Un précipité blanc apparaît rapidement. Indiquez l'équation de la réaction.*

***Réponse :***



$$(C_2H_5)_3N_{(d)} + C_2H_5I_{(d)} \longrightarrow [(C_2H_5)_4N]I_{(s)}$$